

结直肠癌微创手术治疗进展

崔竣辉 沈锋

【摘要】近年来,结直肠癌的发病率居高不下,而手术是其主要治疗手段,微创化是外科医生一直追求的目标。随着医疗理念及仪器设备的发展,特别是提出了快速康复外科理论后,以腔镜技术为基础的微创手术得到了飞速的发展,如手助腹腔镜手术(HALS)、腹腔镜辅助手术、全体内腹腔镜手术(TILS)、单孔腹腔镜手术(SILS)、经自然孔道内镜手术(NOTES)、经自然腔道取标本手术(NOTES)、柔性腹腔镜手术(FLS)、机器人辅助腹腔镜手术(RALS)等等。肛肠科特色的经肛门手术,如肛门内镜显微外科手术(TEM)、经肛门微创手术(TAMIS)及经肛门全直肠系膜切除术(taTME)也得到了长足的发展。这些肿瘤个体化治疗方法结合损伤控制外科、快速康复外科等理念,将最大程度地减少患者创伤,以最小的代价取得尽可能大的获益。

【关键词】结直肠癌 腹腔镜 微创手术 治疗



崔竣辉,留德医学博士,国家二级岗专家。主任医师,硕士生导师,浙江省立同德医院肛肠外科主任,浙江省中西医结合结直肠肛门外科重点学科带头人。从事结直肠肛门外科临床教学和科研 30 余年。历任浙江大学

附属医院附属第一医院肛肠外科副主任、浙江省结直肠疾病诊治中心副主任、上海交通大学附属新华医院肛肠外科副主任、上海交大集团结直肠癌诊治中心副主任。兼任中国中西医结合学会大肠肛门病专业委员会常委兼秘书,浙江省抗癌协会理事,浙江省抗癌协会转移专业委员会副主委,浙江省医学会肛肠外科学分会副主委,浙江省中西医结合学会肛肠病专业委员会副主委兼盆底疾病与便秘学组组长,浙江省医师协会肛肠医师分会副会长兼便秘学组副组长,世界中医药联合会盆底医学专业委员会常务理事,中国便秘联谊会理事会学部委员兼常务理事。《实用肿瘤杂志》编委、《浙江医学》特约审稿专家。

擅长肛肠外科常见病与疑难病的诊治,尤其对低位直肠癌保肛手术、结直肠巨大息肉经内镜微创切除术、复杂性肛瘘手术、顽固性便秘及炎症性肠病的治疗等有着深入研究,在中西医结合治疗结直肠外科疾病方面积累了丰富的经验。负责卫生部科研基金、教育部基金及省级自然科学基金、卫健委科研基金等多项课题,一

项研究成果获省科技进步二等奖。在国内刊物上发表论文 50 余篇。兼任国家 863 计划课题、国家自然科学基金、“千人计划”项目基金、国家教育部与卫生部科研项目评审专家,省科技成果与重大科研项目评审专家。

随着国人生活水平的提高以及饮食结构的改变,我国结直肠癌发病率呈逐年升高趋势。手术是结直肠癌的主要治疗手段,微创化是近年来的主流发展方向。随着医疗理念及仪器设备的发展,特别是提出了快速康复外科理论后,以腔镜技术为基础的微创手术得到了飞速的发展。本文从腹腔镜下结直肠癌手术的概况及主要微创手术的临床应用进行阐述,就结直肠癌微创手术治疗进展作一述评。

1 腹腔镜下结直肠癌手术的概况

自 1981 年第 1 例腹腔镜下阑尾切除术实施以来,腹腔镜手术仪器不断更新、完善,手术理念和技术也取得了长足的发展。腹腔镜下治疗模式包括手助腹腔镜手术(HALS)、腹腔镜辅助技术、全体内腹腔镜手术(TILS)、单孔腹腔镜手术(SILS)、柔性腹腔镜手术(FLS)、机器人辅助腹腔镜手术(RALS)等。但在结直肠手术上,腹腔镜的应用相对较晚。1990 年美国 Jacobs 首次成功实施了腹腔镜下右半结肠切除术,证实腹腔镜技术用于结肠手术是可行的。1991 年,苟祖武成功实施国内首例腹腔镜手术——腹腔镜下胆囊切除术。1993 年,郑民华成功实施国内第 1 例腹腔镜下结肠癌根治术。Keller 等^[1]分析了 6 343 例结肠手术患者的临床资料,与开腹手术相比,腹腔镜下结肠手术的成本效益、临床效果均更好。近年来有研究表明,腹腔镜手术能达到与开腹手术相

DOI:10.12056/j.issn.1006-2785.2020.42.19.2020-2970

作者单位:310012 杭州,浙江省立同德医院结直肠肛门疾病诊治中心

通信作者:崔竣辉,E-mail:doctorcuijunhui@163.com

似的 5 年总生存期(OS)和无病生存期(DFS)^[2]。Dilshan 等^[3]系统分析了 15 项研究,发现腹腔镜手术相对于开腹手术具有更低的切口疝及粘连性肠梗阻发生率。

目前腹腔镜下结肠癌的主要手术方式有腹腔镜辅助结肠癌根治术、手辅助腹腔镜结肠癌根治术、完全腹腔镜结肠癌根治术、机器人腹腔镜结肠癌根治术、腹腔镜与内镜双镜联合结肠癌根治术、经自然腔道内镜手术、单孔腹腔镜结肠癌手术等^[4]。相较于结肠癌手术,腹腔镜下直肠癌手术更具有挑战性,其主要术式有腹腔镜低位直肠癌前切除术、腹腔镜超低位直肠癌前切除术联合肛门括约肌间切除术、腹腔镜低位直肠癌前切除术联合经肛门直肠脱出外翻等。

腹腔镜下低位直肠癌的适应证有:(1)肛门指检和肠镜检查明确肿瘤位于直肠内,病理检查为高、中分化腺癌,未浸透深肌层, $<1/2$ 肠周径,或 $>1/2$ 肠周径,距齿状线 1~2 cm 及以上;(2)黏液腺癌或低分化腺癌,未浸透深肌层, $<1/2$ 肠周径,距齿状线 >3 cm;(3)CT 或 MRI 影像学检查示肿瘤位于直肠腔内,无外侵袭、无远处转移的 T₁、T₂ 低位直肠癌;(4)患者术前肛门功能良好,且无肛门手术史;(5)患者保肛愿望强烈。而限制腹腔镜手术的因素,如患有严重心肺功能不全、术前无法纠正的凝血障碍、肝硬化门脉高血压症或其他重度系统性疾病以及孕妇等均为该手术的禁忌证^[5]。

腹腔镜下直肠癌手术中转开腹率范围较大,为 0.6%~34.0%。常见的中转开腹原因有术中出现难以控制的大出血、腹腔粘连严重、肿瘤侵犯周围组织、肥胖等。多中心研究的中转开腹率普遍较高,可能与不同中心手术医生的腹腔镜手术水平参差不齐有关^[6-15],而各中心患者质量不同、医生对手术适应证的把控不同也可能有关,但这些尚无明确报道。

对于结直肠癌原发病灶和肝转移灶的切除顺序,目前尚无定论^[16-18]。“肝脏优先”原则认为肝转移灶较原发灶更易引起肿瘤全身播散,但这一说法尚无充足证据支持。一般认为,腹腔镜下肝切除术的适应证为 Child Pugh 分级 B 级以上,病灶位于肝脏 Couinauds II~VI 段,边缘、表浅者;良性病变的病灶直径 <8 cm,恶性肿瘤的病灶直径 <5 cm^[19]。Ciria 等^[20]荟萃分析了 21 项关于结直肠癌肝转移腹腔镜手术切除的研究,结果发现近期结局(手术并发症、住院时间等)优于开腹手术,远期结局(OS、DFS)相当。但有学者认为腹腔镜下肝切除术开展时间较短,在手术难度方面较腹腔镜下结肠手术困难,中转开腹率高;为了避免出现腹腔镜下肝切除中转开腹后需再次建立二氧化碳气腹以及造成结

直肠肿瘤切除标本及肠吻合的困难,建议先处理原发肠肿瘤更为妥当^[21]。

对于腹腔镜下结直肠癌手术的并发症,特别是吻合口漏的发生,要注意血管吻合不全的区域,常见的有 3 处血管吻合不全的区域:(1)回结肠动脉与右结肠动脉之间;(2)结肠中动脉与左结肠动脉之间(Griffiths 关键点);(3)乙状结肠动脉最下支与直肠上动脉之间(Sudeck 危险区)。对于吻合缺如或薄弱的患者,一旦高位结扎了肠系膜下动脉(IMA),可能会导致薄弱区肠管的缺血^[22]。陈纲等^[23]将 IMA 变异分为 4 型:I 型(直乙共干型),自 IMA 先分出左结肠动脉(LCA),继而乙状结肠动脉(SA)和直肠上动脉(SRA)共干分出;II 型(左乙共干型),自 IMA 首先分出 LCA 和 SA 共干支,再延续为 SRA;III 型(三支干型),LCA、SA 和 SRA 同时分出;IV 型(LCA 缺如型)。4 个类型所占的比例依次为 38%、12%、45%和 5%。

2 主要微创手术的临床应用

2.1 SILS 与常规腹腔镜手术相比,SILS 能减少腹部切口数量。Pelosi^[24]于 1992 年首次报道了 SILS 子宫切除术。而第 1 例 SILS 结肠直肠手术用于阑尾炎和乙状结肠憩室炎的治疗。如今,SILS 技术已成功用于结直肠癌手术,但仍存在局限性。与多孔腹腔镜手术进行比较,SILS 有以下缺点:(1)缺乏三角剖分;(2)手术医生(包括主刀和助手)长期保持不自然的姿势会导致其身体不适,并造成一些操作上的困难;(3)能同时使用的手术器械数量较为有限;(4)外部工作空间较为有限,器械之间容易产生干扰;(5)需要额外的专用设备,导致手术时间和医生学习曲线的延长。一些研究表明,SILS 的肿瘤学安全性尚未得到完全证实^[25-26]。局部复发率或远处转移仍可能是一个问题。与结肠癌 SILS 手术相比,直肠癌 SILS 手术更具有挑战性。有研究认为 SILS 手术结果与手术医生技术水平高低、患者肿瘤大小及 BMI 等密切相关,目前该技术未在结直肠外科手术中广泛被采用^[27]。

2.2 RALS 由 Computer Motion Inc 开发的第一台商用语音控制内窥镜相机被称为 AESOP,AESOP 的发展催生了 da Vinci 系统,该系统是当今世界上最受欢迎的 RALS 平台。莫尔(Mohr)于 1998 年成功进行了首例机器人辅助的心脏搭桥手术。2008 年德国航空航天中心展示了首个用于微创手术的机器人系统^[28]。da Vinci 系统主要由操作控制台、视频成像系统和安装设备臂的手术装置车等三大部分组成,其视频系统可形成 10~

15 倍高清 3D 图像,清晰显示组织解剖结构,其工作臂安装专用器械后可模拟手腕关节进行转动,器械端可进行 540°运动,突破了传统腹腔镜器械活动范围的限制,并滤去人体手部震颤,使操作灵活、精确、稳定,并减少术中并发症发生。该系统的优势包括:(1)高清的 3D 视野,且具有放大功能,机械臂尖端几乎可以不受限制地活动,具有出色的灵活性,能够为术者提供舒适的位置,减少手臂的生理震颤等^[29-31];(2)在活动受限的地方,特别是狭窄的盆腔内手术以及肿瘤位置较低、肥胖以及骨盆狭窄的直肠肿瘤患者,机器人手术视野更清晰,能更好地显示精细解剖结构,准确判断解剖层次,达到血管脉络化和肠管裸化,保留盆腔神经,增加区域淋巴结清扫率,达到全直肠系膜完整切除,有利于中、低位直肠癌获得足够的肿瘤切缘,降低吻合口漏发生率,同时降低手术中转率、切口感染率以及术中出血率,使得患者首次进食时间、住院时间明显缩短,总体病死率降低^[32-35]。目前 da Vinci 机器人发展迅速,但仍有不足之处。在腹腔镜与机器人的全直肠系膜切除手术中,机器人组的操作时间更长^[36]。当牵涉到手术象限的变化,即主刀站立及助手位置需要变化时(如需要分离脾区的直肠癌手术),则需要机器人系统的重新对接、套管针的重新定位或额外的套管针放置。Cleary 等^[37]研究发现,与腹腔镜手术相比,机器人手术费用(即住院费用)更高。然而,目前广泛认为的机器人手术优势可能是快速康复外科理念带来的结果^[38],而且很多研究并不是严格的随机对照研究,这就需要仔细鉴别,如一项荟萃分析纳入了 73 项研究,但仅 6 项为随机对照研究^[35]。总的来说,目前机器人手术不能广泛开展主要是由于资源有限、医疗费用较高、手术时间较长。这也导致了混合技术的发展,其中一部分手术采用标准腹腔镜手术进行。有学者报道混合 RALS 与单独 RALS 的结局差异不明显^[39]。随着医疗行业的进步和发展,各种医疗保险覆盖面的逐渐扩大,未来机器人手术将得到广泛开展。

2.3 经自然孔道内镜手术(NOTES)与经自然腔道取标本手术(NOSES) NOTES 是通过在胃、阴道、直肠、膀胱等空腔脏器壁上形成人造穿孔后进入体腔完成相应的诊疗技术。法国 Marescaux 于 2007 年完成了世界首例完全型 NOTES——经阴道胆囊切除术。与传统腹腔镜手术相比,NOTES 具有无手术瘢痕、术后患者疼痛轻、住院时间短等优点。比如常规腹腔镜辅助直肠癌根治术中,需要在腹壁作一小切口来取出肿瘤标本,因此会带来切口感染、肿瘤种植等风险,而 NOTES 经自然

孔道取出标本,能有效解决这一问题。按照手术方法不同,NOTES 可分为完全型和混合型,但是受目前技术水平和器械限制,前者尚未在临床上广泛应用,而后者多需要腹腔镜等技术辅助完成。NOTES 的适应证包括直肠及乙状结肠早期癌患者,良性肿瘤患者,体型偏瘦、乙状结肠较长患者,对美观标准要求高的患者。对于肿瘤直径较大者,NOTES 不适用。NOSES 有别于开腹手术和常规腹腔镜手术的特点及最直观优势,体现在其避免了腹壁的取标本切口,术后腹壁仅存留几处微小的戳卡瘢痕^[40]。这一腹壁无切口的微创手术不仅仅是技术上的革新,而且体现了当代外科医生在微创理念上的又一次飞跃。NOSES 的概念由北京的王锡山于 2013 年率先提出,近几年在全国逐渐开展起来。NOSES 适用于结肠脾曲以外的各部位结直肠癌,但是肿瘤侵出浆膜者、肿瘤体积过大而难以经自然腔道取出者、过于肥胖者(BMI>35 kg/m²)不适合此术式。

2.4 直肠肿瘤经肛门局部切除的微创手术 目前以经肛门内镜显微外科手术(TEM)和经肛门微创手术(TAMIS)为主要代表。

Buess 等于 1983 年开发的 TEM 是第一种用于局部肿瘤治疗的内镜手术,由于其快速的学习曲线和能更好地扩大切除区域等优势,逐渐取代了标准经肛门切除术。TEM 器械由专门的直肠镜、特制手术器械和视镜显像系统构成,其核心是一台可持续、恒定地向肠腔内注入二氧化碳恒压的主机和一枚可提供最高达 6 倍的三维放大倍率镜头。根据中国抗癌协会大肠癌专业委员会 TEM 学组 2016 年制定的专家共识,其主要适应证包括:(1)直肠腺瘤,尤其适用于广基或无蒂直肠腺瘤;(2)良好组织病理学特征的早期直肠癌(病变占肠周<30%、直径<3 cm、肿瘤活动、高中分化、cT₁N₀期、无脉管或神经浸润、无淋巴结转移证据);(3)经结肠镜切除局部恶变息肉(底部/周边切缘阳性或无法评估)的扩大切除;(4)局部切除的其他直肠肿瘤(神经内分泌肿瘤 G₁~G₂、胃肠间质瘤、脂肪瘤、平滑肌瘤等)或直肠周围的其他良性肿瘤;(5)直肠的良性狭窄或吻合口狭窄;(6)直肠低位前切除术后吻合口的修补术;(7)有直肠出血的诊断;(8)直肠及其周围病变的活组织检查;(9)直肠阴道瘘或肛瘘内口的黏膜瓣易位修补;(10)直肠异物的处理。直肠癌 TEM 只能做到完整切除原发性肿瘤,无法切除直肠壁外的转移淋巴结。因此,术前确定淋巴结是否存在转移很重要。

TAMIS 于 2010 年由 Atallah 等首次报道,其与 TEM 的最大不同是不需要特制的专门器械,使用单孔

腹腔镜器械即可开展。虽然该术式尚处于发展阶段,仍需更多研究来证明其安全性和有效性,但其初步研究结果令人鼓舞,具有学习曲线短、经济效益好、适合广大基层医院普及的优势;此外,该术式还可以实现 TAMIS-TME、TAMIS-APE、TAMIS-Hartmann、直肠瘘修补术等多种手术,具有良好的应用前景。Lee 等^[41]发现 TAMIS 与 TEM 比较,手术时间及患者住院时间更短,而术后并发症发生率及 5 年 DFS 相似。目前已有机器人 TAMIS 的开展,不过研究报道的手术样本量较小;与腹腔镜 TAMIS 比较,机器人 TAMIS 术中患者出血量减少,但差异无统计学意义^[42]。

2.5 经肛门全直肠系膜切除术(taTME) 随着设备的不断更新与进步,内窥镜切除术已与其他外科技术相结合,出现了更安全、适用的手术方法,如 taTME 巧妙地把腹腔镜、TME 和 NOTES 技术进行结合,同时遵循了肿瘤根治性原则和微创外科理念,不仅能在经肛入路下解决腹腔镜手术中部分困难病例所面临的问题,又能达到 TME 的原则,在 TEM 或 TAMIS 平台均可施行 taTME。因此,taTME 可看作是传统腹腔镜下直肠癌 TME 在技术上的一种补充^[43]。有研究表明,taTME 具有较好的手术可行性,其肿瘤根治性不逊于传统开腹手术和腹腔镜手术;与后两者相比,taTME 具有术后疼痛更轻和切口并发症发生率更低等优势,但术者普遍认为它的操作难度更高。taTME 的主要并发症有尿道损伤、盆腔脓肿、盆壁出血、吻合口漏等^[44],有文献报道尿道损伤、膀胱损伤、阴道穿孔、直肠管穿孔发生率分别为 0.7%、0.3%、0.1%、0.3%^[45-46]。

3 小结

经过几十年的发展,结直肠癌微创治疗模式正进入一个新的时代,仪器设备越来越先进,微创外科医生的经验越来越丰富,结直肠手术质量越来越高。量身定制的个体化肿瘤治疗方法结合损伤控制外科、加速康复外科等理念,将最大程度地减少患者创伤,以最小的代价取得尽可能大的获益。

4 参考文献

- [1] Keller DS, Delaney CP, Hashemi L, et al. A national evaluation of clinical and economic outcomes in open versus laparoscopic colorectal surgery[J]. *J Med Econ*, 2016, 19:91-100. DOI:10.1007/s00464-015-4732-6.
- [2] Akagi T, Inomata M. Essential advances in surgical and adjuvant therapies for colorectal cancer 2018-2019[J]. *Ann Gastroenterol Surg*, 2020, 28, 4(1):39-46. DOI:10.1002/ags3.12307.
- [3] Dilshan KU, Anita S, Ian PH. Laparoscopic compared with open resection for colorectal cancer and long-term incidence of adhesional intestinal obstruction and incisional hernia: a systematic review and meta-analysis[J]. *Dis Colon Rectum*, 2020, 63(1):101-112. DOI:10.1097/DCR.0000000000001540.
- [4] 林明.腹腔镜结直肠癌手术现状及展望[J]. *腹腔镜外科杂志*, 2016, 21(11):878-880. DOI:10.13499/j.cnki.fqjwkzz.2016.11.878.
- [5] Chi P, Huang SH, Lin HM, et al. laparoscopic transabdominal approach partial intersphincteric resection for low rectal cancer: surgical feasibility and intermediate-term outcome[J]. *Ann Surg Oncol*, 2015, 22(3):944-951. DOI:10.1245/s10434-014-4085-8.
- [6] Braga M, Frasson M, Vignali A, et al. Laparoscopic resection in rectal cancer patients: outcome and cost-benefit analysis[J]. *Dis Colon Rectum*, 2007, 50(4):464-471. DOI:10.1007/s10350-006-0798-5.
- [7] Ng SSM, Leung KL, Lee JFY, et al. Laparoscopic-assisted versus open abdominoperineal resection for low rectal cancer: a prospective randomized trial[J]. *Ann Surg Oncol*, 2008, 15(9):2418-2425. DOI:10.1245/s10434-008-9895-0.
- [8] Lujan J, Valero G, Hernandez Q, et al. Randomized clinical trial comparing laparoscopic and open surgery in patients with rectal cancer[J]. *Br J Surg*, 2009, 96(9):982-989. DOI:10.1002/bjs.6662.
- [9] Ng SSM, Leung KL, Lee JFY, et al. Long-term morbidity and oncologic outcomes of laparoscopic-assisted anterior resection for upper rectal cancer[J]. *Dis Colon Rectum*, 2009, 52(4):558-566. DOI:10.1007/DCR.0b013e31819ec20c.
- [10] Kang S, Park JW, Jeong S, et al. Open versus laparoscopic surgery for mid or low rectal cancer after neoadjuvant chemoradiotherapy(COREAN trial): short-term outcomes of an open-label randomised controlled trial[J]. *Lancet Oncol*, 2010, 11(7):637-645. DOI:10.1016/S1470-2045(10)70131-5.
- [11] Liang X, Hou S, Liu H, et al. Effectiveness and safety of laparoscopic resection versus open surgery in patients with rectal cancer: a randomized, controlled trial from China[J]. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*, 2011, 21(5):381-385. DOI:10.1089/lap.2010.0059.
- [12] vander Pas MH, Haglind E, Cuesta MA, et al. Laparoscopic versus open surgery for rectal cancer(COLOR II): short-term outcomes of a randomised, phase 3 trial[J]. *Lancet Oncol*, 2013, 14(3):210-218. DOI:10.1016/S1470-2045(13)70016-0.
- [13] Fleshman J, Brandt M, Sargent DJ, et al. Effect of laparoscopic-assisted resection vs open resection of stage II or III rectal cancer on pathologic outcomes[J]. *JAMA*, 2015, 314(13):1346-1355. DOI:10.1001/jama.2015.10529.
- [14] Stevenson ARL, Solomon MJ, Lumley JW, et al. Effect of laparoscopic-assisted resection vs open resection on pathological outcomes in rectal cancer. The ALaCaRT randomized clinical trial[J]. *JAMA*, 2015, 314(13):1356-1363. DOI:10.1001/jama.2015.12009.
- [15] Guillou PJ, Quirke P, Thorpe H, et al. Short-term endpoints of conventional versus laparoscopic-assisted surgery in patients

- with colorectal cancer (MRC CLASICC trial): multicentre. Randomised controlled trial[J]. *Lancet*, 2005, 365(9472):1718–1726. DOI:10.1016/S0140-6736(05)66545-2.
- [16] Pawlik TM, Schulick RD, Choti MA. Expanding criteria for resectability of colorectal liver metastases[J]. *Oncologist*, 2008, 13(1):51–64. DOI:10.1634/theoncologist.2007-0142.
- [17] Waisberg J. Liver-first approach of colorectal cancer with synchronous hepatic metastases: a reverse strategy[J]. *World J Hepatol*, 2015, 7(11):1444–1449. DOI:10.4254/wjh.v7.i11.1444.
- [18] Mentha G, Majno PE, Andres A, et al. Neoadjuvant chemotherapy and resection of advanced synchronous liver metastases before treatment of the colorectal primary[J]. *Br J Surg*, 2006, 93(7):872–878. DOI:10.1002/bjs.5346.
- [19] Fong Y, Fortner J, Sun RL, et al. Clinical score for predicting recurrence after hepatic resection for metastatic colorectal cancer: analysis of 1001 consecutive cases[J]. *Ann Surg*, 1999, 230(3):309–321. DOI:10.1097/0000658-199909000-00004.
- [20] Ciria R, Ocaña S, Gomez-Luque I, et al. A systematic review and meta-analysis comparing the short- and long-term outcomes for laparoscopic and open liver resections for liver metastases from colorectal cancer[J]. *Surg Endosc*, 2020, 34(1):349–360. DOI:10.1007/s00464-019-06774-2.
- [21] 刘俊业, 周凯. 同时性结直肠癌肝转移微创外科治疗进展[J]. *江西医药*, 2016, 51(7):726–728. DOI:10.3969/j.issn.1006-2238.2016.07.050.
- [22] Meyers MA. Griffiths point: critical anastomosis at the splenic flexure. Significance in ischemia of the colon[J]. *AJR*, 1976, 126(1):74–77. DOI:10.2214/ajr.126.1.77.
- [23] 陈纲, 李世拥. 腹腔镜直肠癌根治保留左结肠血管的技巧及意义[J]. *中华普外科手术学杂志(电子版)*, 2018, 12(1):9–11. DOI:10.3877/cma.j.issn.1674-3946.
- [24] Pelosi MA. Laparoscopic supracervical hysterectomy using a single-umbilical puncture(mini-laparoscopy)[J]. *J Reprod Med*, 1992, 37:777–784. DOI:10.3109/01674829209019578.
- [25] Makino T, Milsom JW, Lee SW. Feasibility and safety of single-incision laparoscopic colectomy: a systematic review[J]. *Ann Surg*, 2012, 255:667–676. DOI:10.1097/SLA.0b013e31823fbae7.
- [26] Wang Y, Liu R, Zhang Z, et al. A safety study of transumbilical single incision versus conventional laparoscopic surgery for colorectal cancer: study protocol for a randomized controlled trial[J]. *Trials*, 2015, 16:539. DOI:10.1186/s13063-015-1067-5.
- [27] Yun JA, Yun SH, Park YA, et al. Oncologic outcomes of single-incision laparoscopic surgery compared with conventional laparoscopy for colon cancer[J]. *Ann Surg*, 2016, 263(5):973–978. DOI: 10.1097/SLA.0000000000001226.
- [28] O'Toole MD, Bouazza-Marouf K, Kerr D, et al. A methodology for design and appraisal of surgical robotic systems[J]. *Robotica*, 2009, 28:297–310. DOI:10.1017/S0263574709990658.
- [29] Rondelli F, Balzaroti R, Villa F, et al. Is robot-assisted laparoscopic right colectomy more effective than the conventional laparoscopic procedure? A meta analysis of short term outcomes[J]. *Int J Surg*, 2015, 18(4):75–82. DOI:10.1016/j.ijsu.2015.04.044.
- [30] Moghadamyeghaneh Z, Phelan M, Smith BR, et al. Outcomes of open, laparoscopic, and robotic abdominoperineal resections in patients with rectal cancer[J]. *Dis Colon Rectum*, 2015, 58:1123–1129. DOI:10.1097/DCR.0000000000000475.
- [31] Mirnezami AH, Mirnezami R, Venkatasubramanian AK, et al. Robotic colorectal surgery: hype or new hope? A systematic review of robotics in colorectal surgery[J]. *Colorectal Dis*, 2010, 12:1084–1093. DOI:10.1111/j.1463-1318.2009.01999.x.
- [32] Lim DR, Bae SU, Hur H, et al. Long-term oncological outcomes of robotic versus laparoscopic total mesorectal excision of mid-low rectal cancer following neoadjuvant chemoradiation therapy[J]. *Surg Endosc*, 2017, 31(4):1728–1737. DOI:10.1007/s00464-016-5165-6.
- [33] Achilli P, Grass F, Larson DW. Robotic surgery for rectal cancer as a platform to build on: review of current evidence[J]. *Surg Today*, 2020. DOI:10.1007/s00595-020-02008-4. [Epub ahead of print]
- [34] Huerta S, Meier J, Emuakhaagbon VS, et al. A comparative analysis of outcomes of open, laparoscopic, and robotic elective (procto-) colectomies for benign and malignant disease[J]. *J Robot Surg*, 2020. DOI:10.1007/s11701-020-01069-4. [Epub ahead of print]
- [35] Ng KT, Tsia AKV, Chong VYL. Robotic versus conventional laparoscopic surgery for colorectal cancer: a systematic review and meta-analysis with trial sequential analysis[J]. *World J Surg*, 2019, 43(4):1146–1161. DOI:10.1007/s00268-018-04896-7.
- [36] Ballantyne GH. Robotic surgery, telerobotic surgery, telepresence, and telementoring. Review of early clinical results[J]. *Surg Endosc*, 2002, 16(10):1389–1402. DOI:10.1007/s00464-001-8283-7.
- [37] Cleary RK, Mullard AJ, Ferraro J, et al. The cost of conversion in robotic and laparoscopic colorectal surgery[J]. *Surg Endosc*, 2018, 32(3):1515–1524. DOI:10.1007/s00464-017-5839-8.
- [38] Mushtaq HH, Shah SK, Agarwal AK. The Current Role of Robotics in Colorectal Surgery[J]. *Curr Gastroenterol Rep*, 2019, 21(3):11. DOI:10.1007/s11894-019-0676-7.
- [39] Choi GS, Park IJ, Kang BM, et al. A novel approach of robotic-assisted anterior resection with transanal or transvaginal retrieval of the specimen for colorectal cancer[J]. *Surg Endosc*, 2009, 23:2831–2835. DOI:10.1007/s00464-009-0484-5.
- [40] 王锡山. 结直肠肿瘤经自然腔道取标本手术专家共识(2019版)[J]. *中华结直肠疾病电子杂志*, 2019(4):336–342. DOI:10.3877/cma.j.issn.2095-3224.
- [41] Lee L, Edwards K, Hunter IA, et al. Quality of local excision for rectal neoplasms using transanal endoscopic microsurgery versus transanal minimally invasive surgery: a multi-institutional matched analysis[J]. *Dis Colon Rectum*, 2017, 60(9):928–935. DOI:10.1097/DCR.0000000000000884.

(下转第 2041 页)